

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

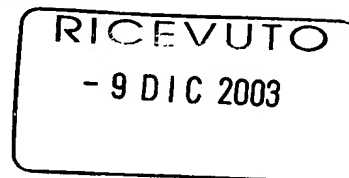
**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**



**Europäisches
Patentamt**

**European
Patent Office**

**Office européen
des brevets**



Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterlagen stimmen mit der ursprünglich eingereichten Fassung der auf dem nächsten Blatt bezeichneten europäischen Patentanmeldung überein.

The attached documents are exact copies of the European patent application described on the following page, as originally filed.

Les documents fixés à cette attestation sont conformes à la version initialement déposée de la demande de brevet européen spécifiée à la page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

02425733.9

Der Präsident des Europäischen Patentamts;
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets
p.o.

R C van Dijk



Anmeldung Nr:
Application no.: 02425733.9
Demande no:

Anmeldetag:
Date of filing: 28.11.02
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

STMicroelectronics S.r.l.
Via C. Olivetti, 2
20041 Agrate Brianza (Milano)
ITALIE

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.
If no title is shown please refer to the description.
Si aucun titre n'est indiqué se référer à la description.)

Virtual pressure sensor for a common rail injection system

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed / Priorité(s)
revendiquée(s)
Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/
Classification internationale des brevets:

F02D41/00

Am Anmeldetag benannte Vertragsstaaten/Contracting states designated at date of
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR

Titolo: Sensore virtuale di pressione per un sistema d'iniezione Common Rail.

DESCRIZIONE.

Campo di applicazione

5 La presente invenzione fa riferimento ad un sensore virtuale di pressione.

L'invenzione riguarda in particolare, ma non esclusivamente, un sensore virtuale di pressione per un sistema ad iniezione elettronica cosiddetto Common Rail (CR) compreso in un motore endotermico e la
10 descrizione che segue è fatta con riferimento a questo campo di applicazione con il solo scopo di semplificarne l'esposizione.

Arte nota

Come è ben noto, le severe restrizioni sulle emissioni allo scarico e sui consumi di combustibile dei motori a combustione interna, fissate
15 dall'Unione Europea per il 2005, unite alla recente evoluzione tecnologica dei sistemi d'iniezione, stanno orientando i costruttori d'auto a focalizzare l'attenzione verso l'ottimizzazione del processo di iniezione di tali motori.

E' opportuno rammentare che un sistema d'iniezione cosiddetto
20 Common Rail (CR), rispetto a sistemi d'iniezione convenzionali, prevede che il carburante venga immagazzinato sotto pressione in un accumulatore chiamato rail. Un tale sistema d'iniezione Common Rail (CR), nel seguito sistema CR, è schematicamente illustrato in Figura 1, complessivamente indicato come 1.

25 Il sistema CR 1 comprende dunque un serbatoio di accumulo, detto rail, 2 a sua volta collegato ad un blocco 3 d'iniezione includente una pluralità di iniettori 4. Il rail 2 è inoltre collegato ad una pompa 5 ad alta pressione, dotata di un filtro 6 e di un prefiltro 7.

E' noto utilizzare un regolatore di pressione realizzato mediante un

organo elettromeccanico per provvedere alla regolazione della pressione del carburante all'interno del rail 2.

5 In particolare, gli iniettori 4 sono connessi al rail 2 tramite piccoli condotti 8 e comprendono essenzialmente un polverizzatore o nebulizzatore e una valvola a solenoide. Tale valvola a solenoide viene eccitata appunto da una centralina elettronica ECU (Electronic Control Unit), complessivamente indicata con 9, per attivare l'iniezione di carburante nel motore 10. Quando tale valvola a solenoide viene diseccitata, l'iniezione di carburante termina.

10 La quantità di carburante iniettato, a pressione costante, risulta normalmente crescente con il tempo di apertura della valvola a solenoide e di conseguenza risulta completamente indipendente dalla velocità del motore 10 o della pompa 5.

15 Nei sistemi noti attualmente in commercio, la durata dell'iniezione di carburante viene ricavata in funzione della pressione nel rail 2 e della desiderata quantità di combustibile (Q_{fuel}) da iniettare in una camera di combustione del motore 10 per soddisfare un'eventuale richiesta di coppia ad un certo regime di rotazione dell'albero motore del rotore stesso. Questa funzione di correlazione viene chiamata mappatura ed è
20 descritta in forma tabellare come segue:

Tabella I

Regime rotazione [rpm]	Coppia richiesta [Nm]	% duty regolatore pressione rail	Pressione rail [bar]	Durata iniezione [us]	Q _{fuel} desiderata [mm ³]
1000	120	31,8	620	790	24
1400	140	37,9	800	720	27
1800	180	50,8	1080	740	35,5
2200	260	71,4	1355	1073	56,7
2600	220	68	1350	940	50,5

La pressione nel rail qui sopra considerata (colonna 4) non è in realtà una pressione effettiva, ma quella impostata dalla centralina elettronica 9 mediante impostazione di un valore di duty cycle riportato nella terza colonna della tabella I.

In particolare, la pressione impostata risulta linearmente dipendente dal valore di duty-cycle, come illustrato in Figura 2.

Il sistema CR 1 appena descritto presenta un grave inconveniente legato proprio al fatto di considerare una pressione nel rail 2 non effettiva, ma pari a quella impostata dalla centralina elettronica 9, vale a dire un segnale lentamente variabile rappresentativo di un andamento medio piuttosto che di quello effettivo.

Il disaccordo tra andamento del valore di pressione effettiva e di pressione impostata dalla centralina elettronica 9 risulta subito evidente effettuando opportuni rilievi del sistema CR 1 in normali condizioni di funzionamento del motore 10, come schematicamente illustrato in Figura 3, dove l'andamento della pressione impostata nel

rail (curva A) risulta decisamente differente rispetto all'andamento della pressione reale (curva B).

5 Questo comporta che la durata di una singola iniezione calcolata sulla base dello schema del sistema CR 1 risulta diversa da quella effettivamente necessaria ad iniettare la quantità di combustibile desiderata.

10 In Figura 3 è inoltre indicato un profilo di iniezione, ovvero la legge di corrente all'iniettore (curva C). Risulta evidente che il segnale di pressione reale all'interno del rail (curva B) presenta fluttuazioni in un periodo di circa 500 μ s (microsecondi), evidentemente correlate alle singole iniezioni.

15 Tali fluttuazioni, che possono raggiungere ampiezze di anche 120 bar, rendono imprecisi gli attuali sistemi Common Rail a singola iniezione, in quanto la pressione viene considerata costante e pari al valore impostato al regolatore (curva A).

Il fenomeno descritto risulta quindi accentuato nei sistemi ad iniezione multipla, in quanto le iniezioni stesse risultano più ravvicinate nel tempo.

20 La precisione di regolazione dell'iniezione derivante dall'utilizzo di un valore costante di pressione preimpostato risulta decisamente scarsa per i sistemi ad iniezione multipla di nuova generazione e rappresenta una limitazione all'ottimizzazione della combustione, e di conseguenza alla massimizzazione dell'efficienza e alla minimizzazione delle emissioni allo scarico.

25 E' inoltre opportuno notare che durante gran parte della fase principale (MAIN) e durante tutte le fasi POST e AFTER, il livello effettivo di pressione risulta molto diverso da quello impostato, vale a dire il livello utilizzato per la scelta della legge di iniezione. Di conseguenza la quantità di carburante iniettata in camera risulta essere di gran lunga
30 diversa da quella preventivata per soddisfare una certa richiesta di coppia.

Il problema tecnico che sta alla base della presente invenzione è quello di escogitare un sensore di pressione per un sistema d'iniezione del tipo cosiddetto Common Rail, avente caratteristiche strutturali e funzionali tali da ottimizzare la quantità di carburante iniettata nel motore durante ogni singola iniezione, ridurre le emissioni allo scarico e contemporaneamente aumentare l'efficienza del motore termico associato a tale sistema d'iniezione, superando in tal modo gli inconvenienti che tuttora limitano i sistemi d'iniezione realizzati secondo l'arte nota.

10 Sommario dell'invenzione

L'idea di soluzione che sta alla base della presente invenzione è quella di utilizzare come segnale di controllo dell'iniezione di carburante un segnale di pressione, non preimpostato né ricavato come dato puntuale ma previsto sulla base dei valori di pressione in diversi punti lungo il rail, in maniera da ottimizzare istante per istante la quantità di carburante da fornire per iniezione al motore.

Sulla base di tale idea di soluzione il problema tecnico è risolto da un sensore virtuale di pressione del tipo precedentemente indicato e definito dalla parte caratterizzante della rivendicazione 1.

20 Breve descrizione dei disegni

In tali disegni:

- la Figura 1 illustra schematicamente un sistema Common Rail (CR) realizzato secondo la tecnica nota;
- la Figura 2 mostra schematicamente l'andamento di valori di pressione e duty-cycle del sistema di Figura 1;
- la Figura 3 mostra schematicamente l'andamento di segnali relativi al sistema di Figura 1;
- la Figura 4A illustra schematicamente un esempio di realizzazione di un sistema d'iniezione Common Rail (CR) realizzato

secondo l'arte nota;

la Figura 4B illustra schematicamente una modellizzazione del rail di Figura 4A;

5 la Figura 5 mostra una modellizzazione del sistema d'iniezione realizzato secondo l'invenzione;

la Figura 6 mostra un modello fluidodinamico del rail del sistema d'iniezione realizzato secondo l'invenzione;

la Figura 7 mostra una modellizzazione del sensore virtuale di pressione secondo l'invenzione;

10 la Figura 8 mostra il risultato di simulazioni effettuate utilizzando il sensore virtuale di pressione secondo l'invenzione; e

la Figura 9 riporta le normative internazionali emanate in relazione alle emissioni del motore diesel e benzina per veicoli leggeri e pesanti.

15 Descrizione dettagliata

Si farà nel seguito riferimento ad un sistema d'iniezione Common Rail (CR) avente una struttura di base corrispondente ai sistemi noti. Elementi già descritti per il sistema di Figura 1 verranno indicati tramite gli stessi riferimenti numerali.

20 Facendo particolare riferimento alle Figura 4A, 4B e 5, verrà un sistema per la valutazione della pressione all'interno del serbatoio di accumulo del carburante, detto rail 2, vale a dire un sensore virtuale del valore di pressione all'interno del rail 2 denominato nel seguito sistema IPS (Intelligent Pressure Sensor).

25 Come sarà chiaro nel seguito della descrizione, il sistema IPS secondo l'invenzione ottimizza il funzionamento del sistema CR stimando il valore di pressione del fluido in corrispondenza dei punti di iniezione all'interno del rail 2. Vantaggiosamente secondo l'invenzione, il valore stimato di pressione risulta essere sufficientemente preciso e determina

quindi con precisione la quantità di carburante iniettato in camera di combustione, in corrispondenza di un certo tempo di apertura dell'iniettore, per soddisfare una certa richiesta di coppia.

5 E' opportuno ricordare che, come già visto in relazione alla tecnica nota e con riferimento alla Figura 3, il segnale di pressione reale all'interno del rail (curva B) presenta elevate fluttuazioni correlate alle singole iniezioni (curva C).

10 In particolare, le differenze maggiori fra il segnale di pressione reale (curva B) ed un valore preimpostato (curva A), quale quello utilizzato nei sistemi in commercio, si verifica durante gran parte della fase principale (MAIN) e durante tutte le fasi POST e AFTER.

15 Per eliminare questi periodi di discrepanza nei valori di pressione utilizzati per il controllo del sistema CR e, di conseguenza, per eliminare errori nella quantità di carburante iniettata in camera durante tali periodi, vantaggiosamente secondo l'invenzione il sistema CR utilizza il sistema IPS per prevedere la reale pressione all'interno del rail 2.

20 E' importante precisare che, nell'ottica di rilevare l'andamento della pressione all'interno del rail 2, risulta impensabile utilizzare un sensore dinamico con una dinamica in grado di inseguire variazioni repentine di pressione come effettivamente presenti nel punto di rilevazione (curva B), ad esempio un sensore da laboratorio, a causa dell'enorme costo che ne deriverebbe (costo che diventerebbe esorbitante nel caso di utilizzo di una pluralità di sensori dinamici in prossimità di tutti gli iniettori).

25 Vantaggiosamente secondo l'invenzione, il sistema IPS utilizza un modello fluidodinamico del rail 2, come schematicamente illustrato in Figura 6, per ricavare matematicamente il valore di pressione in diversi punti distribuiti opportunamente lungo il rail 2 (in corrispondenza degli iniettori 4), in funzione del valore di pressione e della legge di iniezione impostate dalla centralina elettronica 9.

30 Vantaggiosamente secondo l'invenzione, la centralina elettronica 9 pilota i solenoidi degli iniettori 4 sulla base di valori di pressione di

fluido stimati e ricavati dal modello fluidodinamico del rail 2.

In Figura 4A è rappresentato un sistema CR di tipo convenzionale, con il quale utilizzare il sistema IPS secondo l'invenzione.

5 In particolare, come schematicamente illustrato in Figura 4B, il rail 2 viene schematizzato mediante una pluralità di sottosistemi in comunicazione di fluido, singolarmente modellizzati e riceventi in ingresso un flusso di combustibile.

10 Vantaggiosamente secondo l'invenzione, la rappresentazione del rail 2 comprende una modellizzazione 12 dei tratti di rail 2 corrispondenti agli iniettori 4 e consente di calcolare il valore di pressione in corrispondenza di ciascun iniettore 4 in maniera dinamica, durante il funzionamento di detto motore 1.

15 Per comprendere il funzionamento del sistema IPS secondo l'invenzione, faremo ora riferimento allo schema funzionale di tale dispositivo, illustrato in Figura 5.

In tale schema, una pluralità di iniettori, 4.1 ... 4.4, sono collegati in cascata tra loro mediante una pluralità di blocchi 12.1 ... 12.5.

20 In particolare, ogni iniettore 4 presenta un primo terminale I di ingresso ed un primo terminale O di uscita, nonché un secondo terminale A di ingresso ed un secondo terminale P di uscita atto a fornire un valore di pressione. Il primo terminale O1 di uscita del primo iniettore 4.1 è collegato al primo terminale I1 di ingresso del secondo iniettore 4.2 e così via in cascata. Il primo terminale I1 di ingresso del primo iniettore 4.1 è collegato ad un bus 13 di interfaccia verso la centralina elettronica
25 ECU 9.

In particolare, la Figura 5 rappresenta una schematizzazione di un sistema fisico mediante un sistema informatico per cui i collegamenti indicati sono collegamenti logici ed i segnali ricevuti sui diversi terminali rappresentano:

30 terminale A: la legge di iniezione in corrente;

terminale I: il segnale di pressione in corrispondenza dei punti di iniezione in ingresso ai blocchi 4.1,..., 4.4.

5 Gli iniettori 4 sono controllati mediante segnali elettrici forniti a tali secondi terminali A di ingresso e provenienti da un demultiplicatore 14, a sua volta collegato al bus 13.

I secondi terminali di uscita P forniscono segnali di pressione ad un moltiplicatore 15, a sua volta collegato al bus 13.

10 In tal modo, il sistema IPS acquisisce dalla centralina elettronica ECU 9 un segnale Pim corrispondente alla pressione impostata nel rail 2 e la legge di iniezione LI ed elabora, secondo il modello fluidodinamico di pressione, i dati acquisiti per fornire alla centralina elettronica ECU 9 un segnale Pc corrispondente ad una previsione della pressione reale nel rail 2 in corrispondenza dei punti di iniezione.

15 Il bus 13 è un blocco bidirezionale che consente la comunicazione tra la centralina elettronica ECU 9 ed il resto del sistema IPS.

Il valore Pim della pressione impostata in centralina elettronica ECU 9 viene trasferito in ingresso al blocco 12.1 e quindi alla catena di iniettori 4.

20 La legge di iniezione LI viene trasmessa direttamente agli iniettori 4 mediante il demultiplicatore 14.

25 E' opportuno notare che il blocco 12.1 modella un primo tratto di rail 2, da un ingresso del combustibile 16 al primo iniettore 4.1. Esso elabora il segnale Pim in ingresso (pressione impostata) secondo un modello fluidodinamico e fornisce un segnale di pressione all'iniettore 4.1. Quest'ultimo rappresenta il modello del tratto di rail 2 comprendente l'iniettore 4.1, elabora i segnali in ingresso e restituisce al moltiplicatore 15 il valore Pc della pressione reale calcolata in quel corrispondente punto di iniezione.

30 Tale pressione Pc reale calcolata è anche trasmessa in ingresso al blocco successivo 12.2. Il tutto si ripete con modularità per ciascuna

coppia iniettore-blocco.

In definitiva il sistema IPS opera essenzialmente in tre fasi:

1. acquisisce dalla centralina elettronica ECU 9 la pressione impostata nel rail 2 e la legge di iniezione;
- 5 2. elabora, secondo un modello dinamico di pressione, i dati acquisiti;
3. fornisce alla centralina elettronica ECU 9 una previsione della pressione reale in corrispondenza dei punti di iniezione.

10 In questo modo risulta possibile ricalibrare la legge di corrente di ciascun iniettore utilizzando il valore di pressione "dinamico" calcolato dal modello di Figura 5 per regolare durante il funzionamento del sistema CR la quantità di combustibile iniettata dagli iniettori 4.

15 La Figura 6 mostra schematicamente come è possibile ricavare una stima della pressione in corrispondenza dei punti di iniezione" a partire dalla modellizzazione del rail 2.

In particolare, la variazione del valore di pressione nel rail può essere modellizzato mediante la seguente equazione fluidodinamica:

$$\frac{\partial^2 P}{\partial t^2} = c^2 \cdot \frac{\partial^2 P}{\partial x^2} + \frac{4}{3} \frac{\eta}{\rho} \cdot \frac{\partial^3 P}{\partial x^2 \partial t}$$

dove:

20 P indica la pressione nel rail 2;

η è un parametro di viscosità dinamica del carburante nel rail 2; e

ρ è la densità del carburante stesso.

La precedente equazione d'onda, che descrive la propagazione di un'onda di pressione in un tubo, è stata risolta alle differenze finite con
25 le opportune condizioni al contorno, come schematicamente illustrato in Figura 7.

In particolare è stato considerato un modello di rail 2 frazionato in 25 tratti, e, costruita la matrice ingresso-stato-uscita ABCD, si è implementato in un sistema di simulazione di tipo simulink il sistema rappresentato in Figura 6.

- 5 Tale sistema comprende quattro ulteriori sottosistemi che modellizzano quattro iniettori. Gli ingressi del sistema sono la pressione impostata e la legge di iniezione mentre le relative uscite riproducono i valori previsti di pressione nei punti di iniezione.

- 10 In Figura 8 è mostrato un confronto tra la pressione stimata dal sistema IPS secondo l'invenzione (curva A) e la pressione effettivamente misurata in corrispondenza di un iniettore (curva B).

- 15 Vantaggiosamente secondo l'invenzione, il sistema IPS, può essere implementato mediante una struttura hardware od equivalentemente, in maniera software, mediante un algoritmo da scrivere in una memoria della centralina elettronica ECU 9.

Dal momento che il sistema IPS fornisce un valore della pressione nel rail dinamicamente, tale informazione può altresì essere sfruttata per controlli on-line.

- 20 Infatti una centralina, che acquisisce tale segnale, potrebbe chiudere il loop di controllo regolando dinamicamente il tempo di apertura degli iniettori.

- 25 Considerando un regolatore di pressione del rail 2 che abbia tempi di attuazione sufficientemente rapidi, è inoltre possibile utilizzare il segnale di pressione fornito dal sistema IPS per ricaricare dinamicamente il rail 2 in previsione di diminuzioni della pressione stessa, come avviene nel caso dell'iniezione, e più in generale ridurre le fluttuazioni del valore di pressione nel rail. Questo permetterebbe al sistema CR di lavorare nelle condizioni più vicine a quelle ideali, cioè a pressione costante nel rail 2.

- 30 Infine, un appropriato tempo di iniezione, a pressione nota, introduce in camera di combustione una giusta quantità di carburante, al fine di

ottenere una combustione perfetta. In questa condizione aumenta l'efficienza del motore e si riduce la produzione di ossido di azoto, ossidi di carbonio e idrocarburi non bruciati.

5 Risulta in tal modo possibile rientrare nelle normative sulle emissioni Euro IV, previste per il 2005 (come illustrato in Figura 9).

In particolare, in Figura 9 è riportato un set di regolamentazioni che l'Unione Europea ha imposto alle emissioni del motore diesel e benzina per veicoli leggeri e pesanti.

10 In conclusione, il sistema IPS risulta in grado di prevedere il valore di pressione all'interno del rail nei punti nevralgici, ovvero in corrispondenza degli iniettori, allo scopo di fornire alla centralina elettronica (ECU) del sistema Common Rail, condizioni al contorno più precise per la scelta della più opportuna legge di iniezione.

15 Tale sistema IPS è realizzato per l'ottimizzazione del sistema di iniezione multipla, attualmente studiato come una futura applicazione nei motori Common Rail, in grado di diminuire i consumi e le emissioni nocive. Questo nuovo sistema, rispetto ai sistemi ad iniezione attualmente in uso nei motori con sistemi di iniezione del tipo Common Rail, vantaggiosamente aderente alle fluttuazioni di pressione all'interno del
20 rail. Le stesse iniezioni sono causa di fluttuazioni di pressione, ed il fenomeno è ancora più accentuato nel caso di sistemi ad iniezione multipla in quanto le iniezioni sono più ravvicinate nel tempo.

Il sistema IPS illustrato risulta essere modulare e molto generale. Di semplice Implementazione sia SW che HW, costituisce un vero e proprio
25 sensore distribuito di pressione, che non si limita a rilevare un dato puntuale ma che fornisce anche l'informazione sul valore di pressione in diversi punti lungo il rail. Inoltre costituisce un sistema molto economico perché non prevede l'inserimento di ulteriori sensori fisici e non prevede alcuna modifica meccanica del sistema.

30 Vantaggiosamente, secondo l'invenzione, il sistema IPS supporta un sistema d'iniezione di tipo Common Rail nel raggiungimento di obiettivi,

quali la diminuzione dei consumi, la riduzione delle emissioni allo scarico e contemporaneamente l'aumento dell'efficienza del motore termico associato a tale sistema d'iniezione.

RIVENDICAZIONI

1. Sensore di pressione virtuale per una sistema d'iniezione Common Rail di un motore endotermico (1), detto sistema d'iniezione comprendendo almeno un serbatoio (2) di accumulo a pressione del
5 carburante, di tipo rail, avente un ingresso in comunicazione di fluido con una pompa ad alta pressione ed una pluralità di uscite per alimentare corrispondenti iniettori (4) mediante mezzi di regolazione di pressione collegati ed asserviti ad una centralina elettronica (9) di controllo, caratterizzato dal fatto di prevedere un modello
10 fluidodinamico di detto serbatoio (2) di accumulo atto a stimare e ricavare valori di pressione di fluido utilizzati da detta centralina elettronica (9) di controllo per pilotare detti mezzi di iniezione di detto sistema d'iniezione Common Rail.
2. Sensore virtuale di pressione secondo la rivendicazione 1,
15 caratterizzato dal fatto che detto modello fluidodinamico di detto serbatoio (2) di accumulo prevede una modellizzazione di tratti di detto serbatoio (2) di accumulo e tratti corrispondenti a detti iniettori (4).
3. Sensore virtuale di pressione secondo la rivendicazione 1,
20 caratterizzato dal fatto che detto modello fluidodinamico di detto serbatoio (2) di accumulo consente di calcolare il valore di pressione in corrispondenza di ciascun iniettore (4) in maniera dinamica, durante il funzionamento di detto motore endotermico (1).
4. Sensore virtuale di pressione secondo la rivendicazione 1,
25 caratterizzato dal fatto che, mediante detto modello fluidodinamico, detto serbatoio (2) di accumulo viene schematizzato mediante una cascata di sottosistemi (4.1, 4.2...) in comunicazione di fluido tra loro e comprendenti un primo terminale di ingresso (I) ed un primo terminale di uscita (O), nonché un secondo terminale di ingresso (A) collegato a
30 detta centralina elettronica (9) ed un secondo terminale di uscita (P) atto a fornire un valore di pressione.
5. Sensore virtuale di pressione secondo la rivendicazione 4,

caratterizzato dal fatto che detto primo terminale di ingresso (I1) di un primo sottosistema (4.1) di detta cascata di sottosistemi è collegato ad un bus di interfaccia (13) verso detta centralina elettronica (9) di controllo.

5 6. Sensore virtuale di pressione secondo la rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto che detti secondi terminali di ingresso (A) di detti sottosistemi sono collegati ad un demoltiplatore (14), a sua volta collegato a detto bus di interfaccia (13).

10 7. Sensore virtuale di pressione secondo la rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto che detti secondi terminali di uscita (P) di detti sottosistemi sono collegati ad un moltiplatore (15), a sua volta collegato a detto bus di interfaccia (13).

15 8. Sensore virtuale di pressione secondo la rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto che detta centralina elettronica (9) di controllo fornisce a detto bus di interfaccia (13) un segnale (Pim) corrispondente ad una pressione impostata nel serbatoio (2) di accumulo ed una legge di iniezione (LI) e riceve da esso un segnale (Pc) corrispondente ad una previsione della pressione reale in detto serbatoio (2) di accumulo in corrispondenza di detti iniettori (4) come stimata da detto modello
20 fluidodinamico.

RIASSUNTO

- L'invenzione descrive un sensore di pressione virtuale per una sistema d'iniezione Common Rail di un motore endotermico (1), il sistema d'iniezione comprendendo almeno un serbatoio (2) di accumulo a
5 pressione del carburante, di tipo rail, avente un ingresso in comunicazione di fluido con una pompa ad alta pressione ed una pluralità di uscite per alimentare corrispondenti iniettori (4) mediante mezzi di regolazione di pressione collegati ed asserviti ad una centralina elettronica (9) di controllo.
- 10 Vantaggiosamente secondo l'invenzione, il sensore di pressione virtuale prevede un modello fluidodinamico del serbatoio (2) di accumulo atto a stimare e ricavare valori di pressione di fluido utilizzati dalla centralina elettronica (9) di controllo per pilotare i mezzi di iniezione del sistema d'iniezione Common Rail.

15

(Fig. 5)

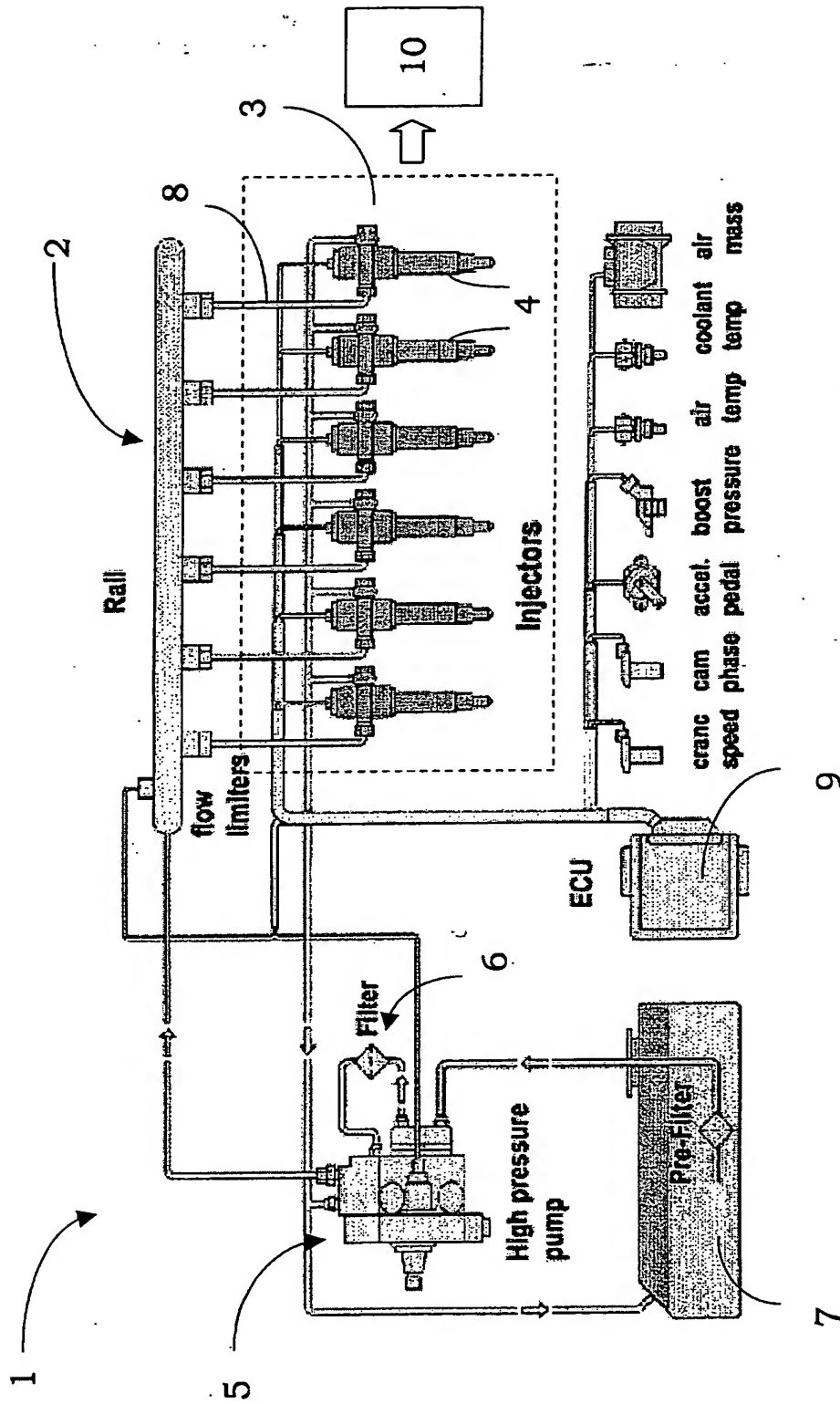


FIG. 1
PRIOR ART

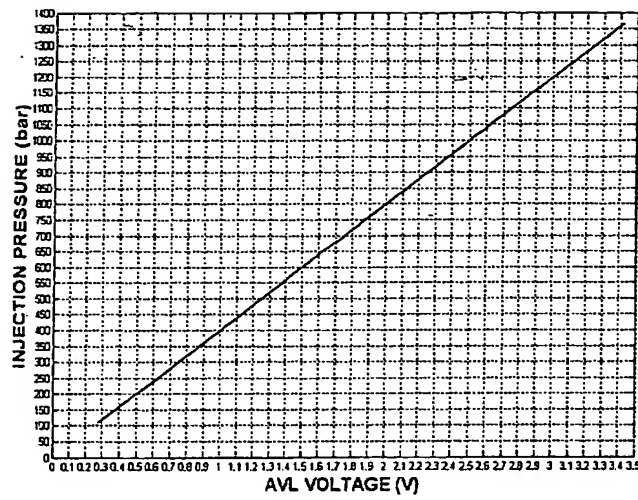


FIG. 2
PRIOR ART

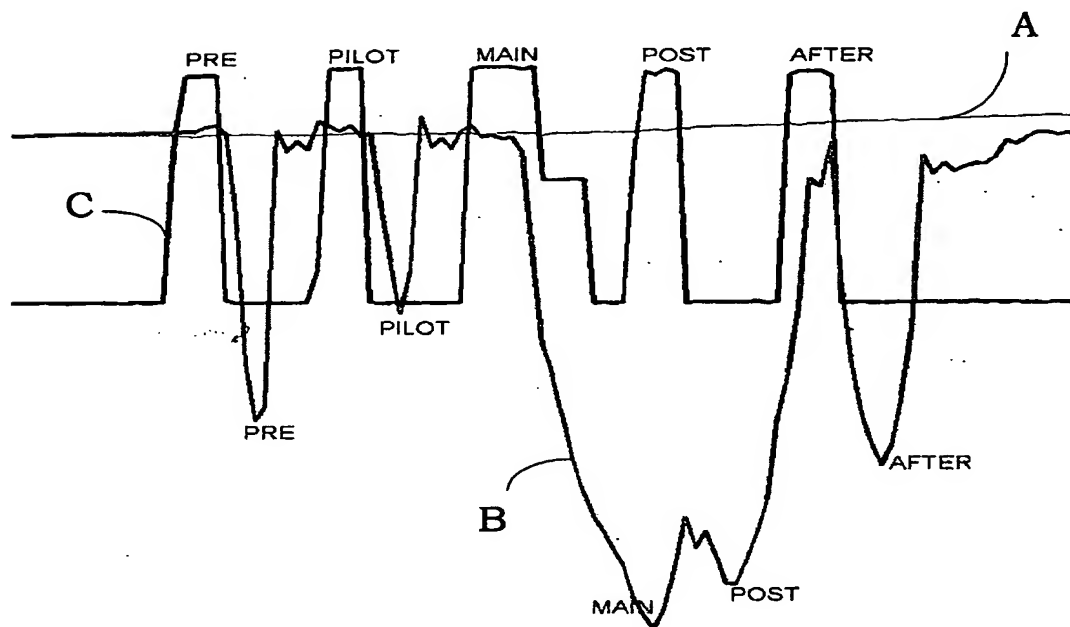


FIG. 3
PRIOR ART

FIG. 4A
PRIOR ART

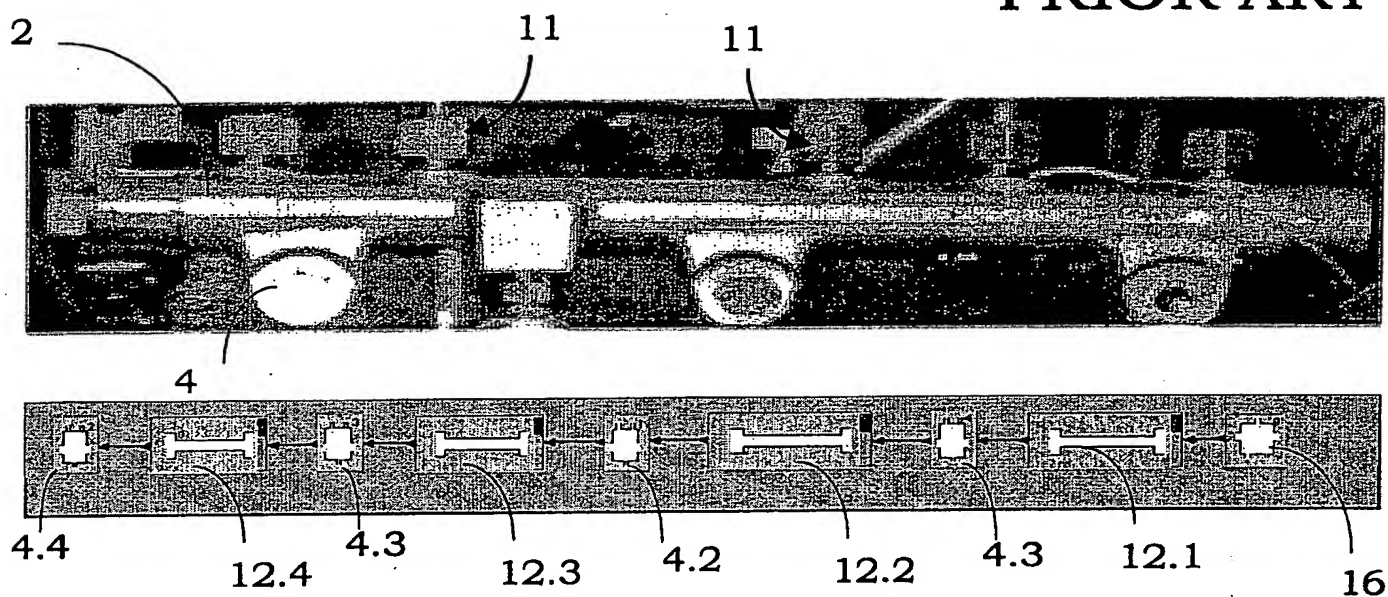


FIG. 4B
PRIOR ART

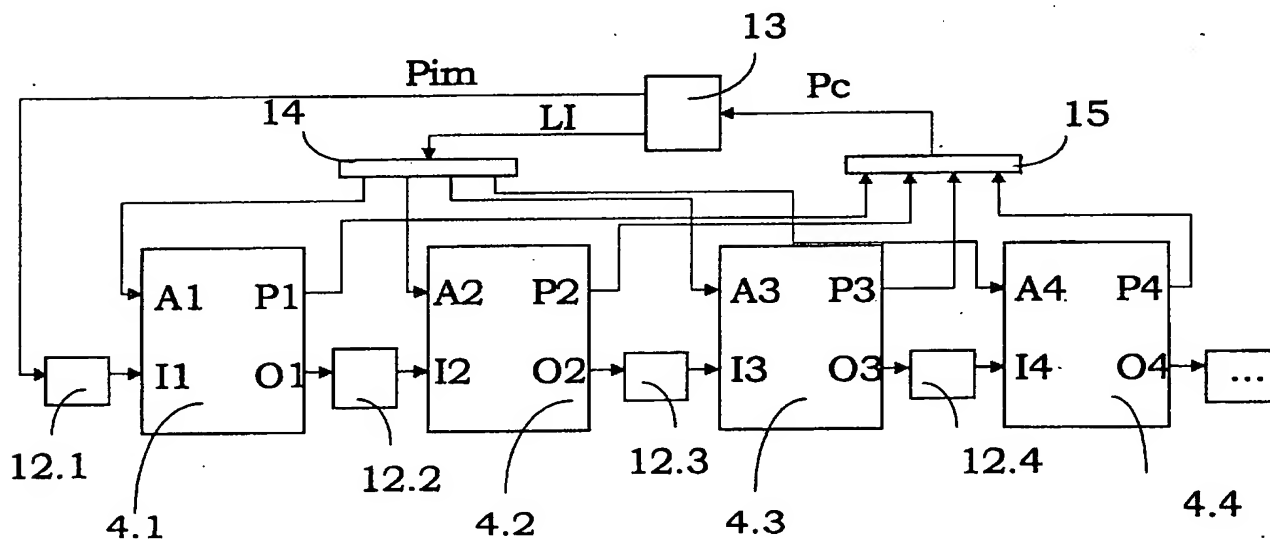
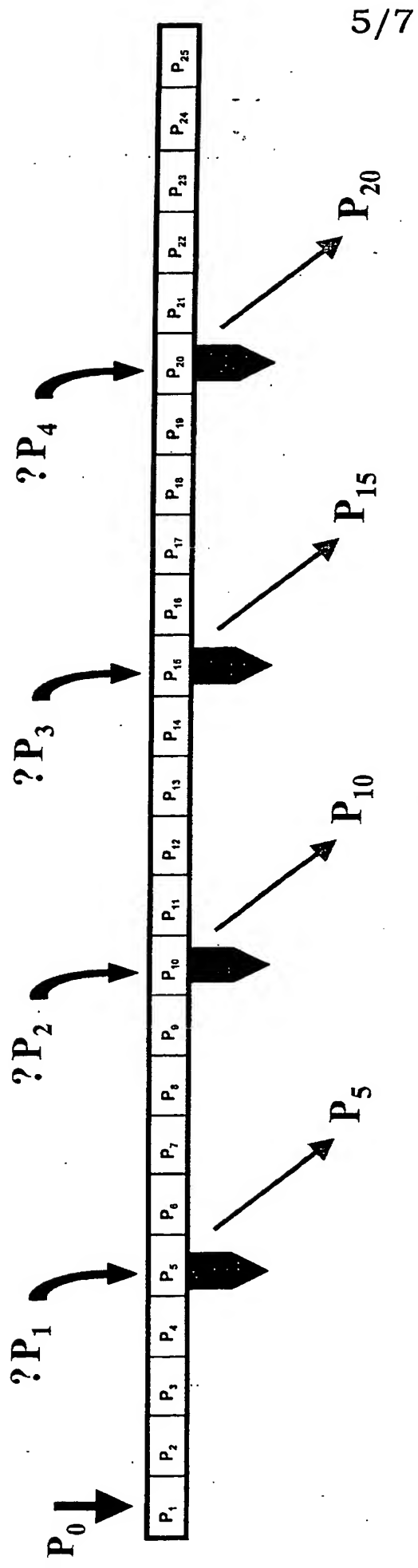


FIG. 5



FIG. 6



$$\frac{\partial^2 P}{\partial t^2} = c^2 \cdot \frac{\partial^2 P}{\partial x^2} + \frac{4}{3} \frac{\eta}{\rho} \cdot \frac{\partial^3 P}{\partial x^2 \partial t}$$

Viscous losses

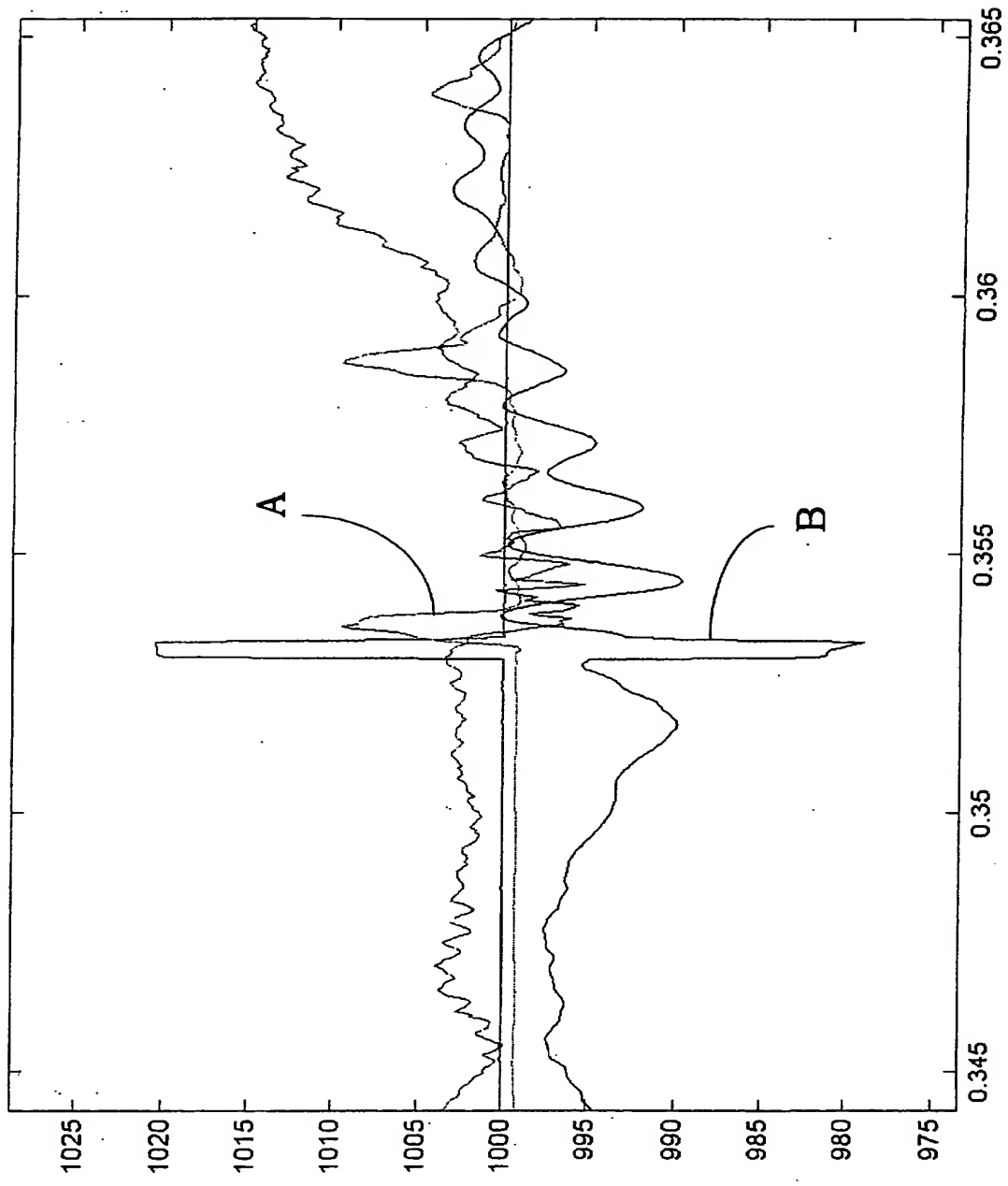
η : dynamic viscosity
 ρ : density

The wave equation

P : pressure c : wave speed

FIG. 7

FIG. 8



EU Emission Standards for Passenger Cars, g/km

	Tier	Year	CO	HC	HC+NOx	NOx	PM
Diesel							
Euro 1		1992	2.72	-	0.97	-	0.14
Euro 2 - DI		1996	1.0	-	0.7	-	0.08
Euro 2 - DI		1999	1.0		0.9	-	0.10
Euro 3		2000.01	0.64	-	0.56	0.50	0.05
Euro 4		2005.01	0.50	-	0.30	0.25	0.025
Petrol (Gasoline)							
Euro 3		2000.01	2.30	0.20	-	0.15	-
Euro 4		2005.01	1.0	0.10	-	0.08	-

FIG. 9

THIS PAGE BLANK (USPTO)